



RIETI Policy Discussion Paper Series 16-P-006

## 経済の視点からみる「科学」－考え方とわが国の状況

後藤 康雄  
経済産業研究所



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所

<http://www.rieti.go.jp/jp/>

## 経済の視点からみる「科学」－考え方とわが国の状況\*

後藤康雄（経済産業研究所）

## 要 旨

成長戦略の重要性がさげばれて久しい。成長力の向上に向けては、地道に生産性を高めていく努力が正攻法だが、そこでの欠かせない要素がイノベーションの促進である。イノベーションを突き詰めていくと、重要な源流のひとつに「科学」の研究が挙げられる。本稿は、科学を経済の立場から考察する上での考え方を整理した上で、科学をめぐる状況を表す統計的エビデンスや政策の動向を国際比較の視点をまじえながら示し、今後の科学技術政策等のあり方を考える材料を提供するものである。経済学においては、科学的知識の公共財的な性格に着目した生産プロセスの社会的効率性や、科学を担う研究者らのインセンティブを考慮した生産性の観点などに基づき、科学を対象とした多くの研究の蓄積があり、「科学の経済学（economics of science）」と呼ばれる分野を形成している。わが国の科学をめぐる状況をみると、科学に投入する資金、科学を担う科学者のキャリア形成、科学が生み出す成果、科学の代表的な応用分野であるサイエンス型産業の状況などいずれの面においても厳しい。国際的にみても科学の経済的な成果に期待する傾向が強まる中、長期的な国際競争力と成長力を維持・向上する観点から、科学の分野へのリソース投入を幅広く促し、科学者の潜在力を引き出す仕組みの検討が求められる。

キーワード：科学の経済学、研究開発（R&D）、イノベーション、生産性、特許、論文出版、科学技術政策

JEL classification: O31, O33, O34

RIETI ディスカッション・ペーパーは、専門論文の形式でまとめられた研究成果を公開し、活発な議論を喚起することを目的としています。論文に述べられている見解は執筆者個人の責任で発表するものであり、所属する組織及び（独）経済産業研究所としての見解を示すものではありません。

\* 本稿は、独立行政法人経済産業研究所における科研費プロジェクト「資金制約下の企業行動：1990年代以降の日本のマイクロデータによる実証分析」の成果の一部であり、科学研究費補助金（基盤(B), 26285068）の助成を受けている。本稿の作成に際しては、経済産業研究所 PDP 検討会において藤田昌久所長（RIETI）、森川正之副所長（同）、能見利彦経済産業省産学官連携推進研究官から、また研究の過程において照山博司京都大学教授から、有益なコメントを頂いた。ここに記して、感謝の意を表したい。本稿には、京都大学経済研究所プロジェクト研究（平成 27 年度、一般課題）の成果の一部を活用している。

## はじめに

成長戦略の重要性がさげばれて久しい。わが国が抱える様々な課題について考える文脈において、経済成長力の向上に対する期待は高い。短期的な視点からは、潜在成長率が低い中でのデフレ脱却の難しさが再確認されつつある。中期的には、90年代後半から2000年代初頭にかけての金融システム不安を乗り越え、政策の視点が緊急避難的な危機対応から通常モードに切り替わり、成長戦略に軸足を移せるようになったという事情もある。長期的には、財政再建を進めるために経済成長力の向上は必須の条件である。さらに超長期的には、少子高齢化が進み、労働力人口が減少する見通しにある中、いかに成長力を高めていくかは、国の形をも大きく左右する課題である。

現実の経済政策も、成長戦略に大きな重点を置いた運営が続けられている。2013年以降の現政権によるマクロ政策、いわゆる「アベノミクス」においては、3本の柱（あるいは“三本の矢”）の一角を成長戦略が担ってきた。2015年秋以降の“新三本の矢”でも、アクセントの置き方は多少変えつつも成長戦略に重きが置かれている。その一方で、なかなか実感を伴う成長力の向上が達成されていないのもまた現実である。もともと成長戦略の難しさは認識されていたが、そのハードルの高さが改めて認識されている。消費税率引き上げ（2014年4月）の影響がほぼ一巡したとみられる2015暦年の実質成長率は0.4%と、政府が目安として掲げる2%には未だ大きな開きがある。

言い尽くされてきたことではあるが、成長力の向上に向けての妙計奇策はない。一つ一つのマクロ的なインパクトは限られているかもしれないが、考えられる様々な施策を積み上げて、地道に生産性を高めていく努力が正攻法である。そうした地道な生産性向上にとって欠かせない要素が、イノベーションの促進である。イノベーションと一言でいっても様々な形のものがあるし、それを政策的に促すというのも一筋縄ではいかないが、イノベーションを突き詰めていくと、重要な源流のひとつが科学（あるいは科学技術）であることに異論はないだろう。程度の差こそあれ、科学は現代のほぼすべての産業を根底で支えている。

基礎研究のように、すぐに市場の創出に直結はしない成果も科学には多いが、総体としてみれば、科学の進歩は、経済成長を力強く支える役割を果たす。特に少子高齢化が進むわが国の成長戦略においては、国家百年の計の視点で政策を考えていく必要があり、そうした超長期ビジョンにおいて科学は欠かせない要素である。一見遠回りのように見えて、科学技術力の向上は、生産性の上昇によって供給サイドから経済のパイを拡大するとともに、新たな製品やサービスを生み出して需要サイドからも成長を促す<sup>2</sup>。長期的にみれば、科学は、経済の骨格の部分から着実に変革を促す効果を持ち得る。17世紀以降のガリレオやニュートンをはじめとする科学者たちによる科学革命から18世紀以降の産業革命、さらに現代の経済社会へとつながる大きな流れにおいて、科学の進歩が決定的に重要な役割を果たしてきたことについては、認識が共有されているように思われる（Heilbroner and Milberg 2011、池内 2014 ほか多数）。

---

<sup>2</sup> 本論に先立ち、本稿のテーマである「科学」の概念に関連するもっとも基本的な点に触れておく。我々は日常会話レベルで「科学」と「科学技術」をそれほど厳密に使い分けてはいない。しかし、「科学 (science)」と「技術 (technology)」の違い、「科学・技術」と「科学技術」の違いは、社会で科学が果たす役割などを考察する際の大きな論点となってきた。また、いわゆる基礎研究と応用・開発研究の区分や、自然科学と人文科学の線引きといった問題もある。本稿はそこに深くは立ち入らず、自然科学を中心に応用分野も含み得る広い領域を想定して議論を進めているが、ご関心の向きは多くの文献、資料があるので参照されたい（例えば尾身 1996、科学技術会議政策委員会 1999、鈴木 2010、池内 2014 など）。

経済学者も、当然ながらそうした「科学」には大きな関心を持ってきた。研究者によって関心の持ち方は様々だが、その根幹に、科学が経済成長に対して及ぼす影響があることは間違いない (Stephan 2010)。しかしながら、科学は、経済成長のみを目的として遂行されてきたわけでもない。文化の重要な一領域として、あるいは単に“真理を知りたい”という知的欲求に突き動かされて発展してきた面も決して無視できない。こうした科学の多面性が、経済の視点から科学を捉えにくくしている一因でもある。

本稿は、科学をあくまで経済の立場から考察する上での考え方を整理した上で、科学をめぐる状況を表す統計的エビデンスや政策の動向を国際比較の視点をまじえながら示し、今後の科学技術政策等のあり方を考える材料を提供するものである。まず第1節では、科学を経済学的な立場から捉える「科学の経済学 (economics of science)」をサーベイし、1960年代頃から高まってきた科学に対する経済学的な関心について、大きく2つの流れを中心に整理する。続く第2節では、科学研究と科学技術政策について、わが国の状況を中心に統計をまじえながら概観する。相次ぐ日本人のノーベル賞受賞など、一般には近年の輝かしい科学的成果に目がいきがちだが、その背後で、科学へのリソースの投入、科学の成果、いずれの点においても、わが国は厳しい状況にあることが示される。第3節は、経済における科学の実践の場として注目される「サイエンス型産業」を紹介し、わが国を含む先進国に関する状況を統計的に概観する。医薬品、半導体の2産業に限ったものではあるが、サイエンス型産業を国際比較の観点から整理したものはあまり見当たらない。ここでもやはり、わが国は楽観できない状況にあることが示される。これらの節を経て、結びでは全体を、政策的な観点に立ちつつまとめる。わが国の科学技術政策は、科学の経済学が得てきた知見からみて妥当と思われる、多岐にわたる施策をカバーしている。その一方で、金融を通じた民間資金の活用や研究開発税制の柔軟化など、今後検討に値する分野も残されていることを指摘する。

## 1. 「科学の経済学」について

Stephan (2010) は、科学に対して経済学者が関心を寄せる理由を3つ挙げている。その筆頭に位置づけられるのは、経済成長の源としての科学という視点である。科学が生む成果と成長との間にタイムラグはあるが、科学が経済に影響を及ぼすということ自体に疑いの余地はない。二つめの理由は、科学研究の成果は広く捉えれば「知識」の範疇に属するものであり、公共財の性質を持つということである。他者の利用によって自らの利用が制限されることはなく、またいったん公表されると他者の利用を容易に排除できない。経済学の立場からは、経済は公共財を効率的に生み出せない、という一般論からの関心が持たれる。三つめの理由は、研究の公共財的な性格、およびそこから生まれるスピルオーバー (波及) 効果は、ポール・ローマー (Paul Romer) らによって構築されてきた内生的成長理論の基礎的な概念であり、現代経済学における成長理論の基本的な要素となっているということである。

こうしたなか、「科学の経済学」(以下適宜、科学経済学) と呼ばれる分野が経済学の中で発展をしてきた。科学経済学にも様々なアプローチがあり得る。ここでは、時代に沿って大きく2つの流れがあることを紹介する。まずひとつは1960年代前後を中心に大きく

盛り上がった、科学を知識という公共財として捉えるものである。Nelson (1959)、Arrow (1962) を代表とするこれらの研究では、科学的知識を万人が共有できる点を重視し、科学とはそうした（耐久性のある）公共財を生産する過程とみなした。こうした見方においては、一般的な公共財と同様に、フリーライドによる市場の失敗が生じ、社会にとっての適正量より過小な水準での生産にとどまることになる。そのため、特許などの人為的な政策によって専有可能性を確保する必要がある、といった政策的な含意につながっていく。

これらの初期の研究の段階では、「科学の経済学」という呼称が確立されておらず、「基礎研究の経済学 (Economics of Basic Research)」といった呼ばれ方をされたりした。低い追加コストで容易に伝播するという知識が持つ性格から、科学や技術に関する知識のスピルオーバーに関心を持って成果をあげた Griliches (1960) などの研究がなされたのもこの時期である。

こうしたアロー＝ネルソン流の研究による政策への影響は大きく、技術分野において上述の特許制度の設計での重要な材料を提供したほか、科学技術政策における「リニアモデル」を理論面から支えた（上山 2010）。リニアモデルとは、基礎研究が、応用研究、開発研究、製品化へと“直線的に”つながっていくという考え方である。ルーズベルト大統領（当時）の諮問に答える形で Vannevar Bush がまとめた、通称ブッシュ・レポートでは、政府が基礎研究を支援することにより、その成果から自ずと応用研究がなされ、ひいては企業が技術開発を進めるようになる、という考えが明確に示され、その後の世界の科学技術行政に大きな影響を与えることとなった（Bush 1945）。

しかしながら、1980年代頃から、知識を単なる公共財として捉えることへの疑問が徐々に強まってきた（Dasgupta and David 1987 など）。こうしたなか、Dasgupta and David (1994) は、「新しい科学の経済学に向けて (Toward a New Economics of Science)」と題した論文を発表し、新たなアプローチの必要性を宣言した。ダスグプタらの提案を受けたこの流れの研究は、アロー＝ネルソン流のグループに対して、「新しい科学の経済学 (New Economics of Science : NES)」と一般に呼ばれている。（科学を含めた）知識は、法律や制度などの点からみただけでも単なる耐久性を持つ公共財で片付けられない、とダスグプタらは主張している。

不完全情報下のゲーム論的な状況を念頭に置き、科学者のインセンティブを明示的に意識した彼らのアプローチは、制度や規範、慣習といった、それまでの科学経済学は対象としなかったが、現実の科学では重要な意味を持つ諸要素と親和性の高いものであった。そして、科学の世界のルールや慣習等を扱うことにおいては、社会学の立場から科学者の世界を考察する「科学社会学」が大きく先んじていた。ロバート・マートン (Robert K. Merton, 1910-2003 年) に成立を大きく負う科学社会学の知見や視点を、“新しい科学の経済学”は積極的に取り入れていった<sup>3</sup>。

科学を担う科学者にスポットを当てる視点の変化は、科学経済学を格段に厚みのある分野に押し上げた。そうした流れの中で、科学者のキャリア形成を、コホート効果や時代効

---

<sup>3</sup> 1960年代末の時点で、ジョージ・スティグラーは「科学者を科学的に分析することについては、経済学者ではなく社会学者が中心となってきた。科学社会学は学問領域として確立しているが、体系だった科学の経済学という分野はない」との見方を述べている (Stigler 1969)。科学に関連する人文科学の分野は、哲学、歴史学、社会思想、科学論など数多くあるが、その中で、経済学が科学社会学に依拠したのは決して偶然や思いつきの産物ではない。

果などを明示的に捉えた上で分析するなど、科学者の“生産性”を実証的に検証したポーラ・ステファン (Paula Stephan) らの一連の研究は、経済学界のみならず当の科学界からも大きな注目を集めた (Stephan 2008, Stephan and Levin 1992, Levin and Stephan 1991)。

“新しい科学の経済学=NES”をひとつの軸として、新旧の流派を対比させる構図で整理を行ってきたが、科学経済学には、これ以外にも異なるアプローチや関連領域がある。例えば、Mirowski and Sent (2002) は、限られた主体から構成されるネットワークにおける相互作用として科学を捉えている。また、Ballandonne (2012) は、往々にして混同されがちな「科学の経済学」と「科学的知識の経済学 (Economics of Scientific Research)」の方法論的な違いの整理を試みている。この他にも、科学の経済学的な考察における論点は少なからず存在する。人的資本の観点からみた知識の価値、科学の進歩による技術革新や経済成長への寄与などを含む、科学経済学に関する包括的なサーベイについては Diamond (1996) や Mirowski and Sent (2002)、Stephan (2010) を参照されたい<sup>4</sup>。

以上は科学経済学の大きな流れを整理したが、現在に至る過程で様々な成果が得られてきた。その中から、特に科学の生産性に関わる主なものを、Stephan (2010) に負う形で紹介したい。

近年の科学においては、知識の細分化や資金の巨額化、インターネットの発達による連携コストの低下などを背景に、連携の重要性が高まっているというエビデンスが数多く示されている (Adams et al. 2005、Jones 2009、Agrawal and Goldfarb 2008 など)。連携が研究の生産性を高めるという実証結果は以前から得られていたが (Andrews 1979、Lawani 1986)、Wuchty et al. (2007) は、近年を含む長期にわたる期間においてそれが成立することを示している。

連携は、学界の異分野間だけでなく、学界と産業界の間についても重要と考えられる。Stokes (1997) は、科学研究を、実用性と基本原理の理解という 2 つの軸に基づく 4 つの象限で整理したが、近年はその両者を追求する「パスツールの象限」の比重が高まっていると指摘しており、この見方は多くの支持を得ている。こうした中、Zucker et al. (1998a、b) は、バイオテクノロジー関連企業の研究者と協業した大学の研究者の生産性が上昇したという実証結果を得ている。Mansfield (1995) も、企業と関係を持つ大学研究者は、産業界の意見をヒントにして研究を進めるケースが多いことを示している。

公共財としての性格を持つ科学研究の生産を促す観点から、科学経済学でも特許については長らく強い関心を持たれてきた。特に学界の研究者にとっては、研究成果を論文で開示するのか、特許取得を目指すのか、というのは大きな道の分かれ目となり得る (Stephan 2010)。言い方を変えれば、論文出版と特許取得の間の関係は代替的なのか補完的なのか。この点について完全に決着が付いたわけではないが、近年のエビデンスをみると、必ずしも代替的とはいえ、むしろ補完的な関係を示す結果が散見されている (Azoulay et al. 2009、Markiewicz and Di Minin 2004 など)。

科学的知識の持つ公共財としての性格は、それがどう波及していくかというスピルオーバー効果という視点につながる。科学の成果がタイムラグをもって産業界に波及する、と

---

<sup>4</sup> 科学を経済学的な視点から扱った考察の先駆けとして、ミロウスキ=セントは、論理学、数学、哲学など幅広い領域にわたって多大な業績を残したチャールズ・サンダース・パーズ (Charles Sanders Peirce、1839-1914 年) が、科学研究プロジェクトの選択を考察した 1879 年の論考を挙げている (Peirce 1879)。

というイメージが広く持たれているが、Adams (1990) は製造業を対象にその実証を試み、そうしたイメージを支持する結果を得ている。スピルオーバー効果についてはこの他にも、波及のチャンネル (Cohen et al. 2002、Zucker and Darby 2007)、地理的範囲 (Acs et al. 1994、Jaffe et al. 1993、Hicks et al. 2001) といった視点からも活発な分析がなされてきた。

年齢と科学研究の成果の関係も、科学経済学における重要な論点となってきた。こうした科学者の“ライフサイクル”の視点に基づく分析は数多くなされているが、全体として若い年齢における生産性の高さを支持する結果が多くみられている (Levin and Stephan 1991、Diamond 1986 など)。こうした傾向は、ノーベル賞をはじめとする“卓越した業績”を対象とした場合、さらに強まる (Stephan and Levin 1993、Jones 2010)。また、研究の成果を学術論文ではなく特許で測っても、やはりそうした若年層の生産性が高いというライフサイクル効果を確認する結果が得られている (Thursby and Thursby 2007)

なお、ややもするとこうした年齢による影響と混同されかねないが、明確に分けて捉えるべき重要な要素として、コホート効果がある。Oyer (2006) は、研究者としてのスタート時の労働市場における結果の違いが、その後のキャリア形成にきわめて重要であるとの結果を示し、コホート効果の存在を強く示唆している。

以上みてきたように、科学の成果を高めるには、リソースの投入はもちろん重要であるが、それ以外にも生産性を左右する要素が数多く存在する可能性が高い。科学技術政策を考える上で、科学経済学の成果は様々な材料を提供すると期待される。

## 2. 科学研究と科学技術政策の現状

科学を経済学的に考える際の考え方について整理をしたが、それでは実際の科学研究をめぐる状況はいかなるものか、以下では特に経済の視点から注目される材料について概観する<sup>5</sup>。

### 2.1 研究リソース

経済の視点から科学を考える際にまず可かせない要素は研究資金である。ここで、研究資金の代表的な指標であり、各国で統計が整備されている研究開発 (R&D) 支出額を用いて、主要国の動向をみる。ただし、R&D 支出には、純粋な基礎科学のための研究資金だけでなく、技術開発のための応用分野が含まれる。したがって、我々がイメージするいわゆる“科学研究”のための資金と同義でないことには留意する必要がある (この点については政府の負担との関連で後述する)。

図 1 をみると、R&D 支出額において断然トップは米国である。日本は長らく世界第 2 位の座にあったが、猛追する中国に、市場レート (実際に為替市場で成立した相場) 換算のドル建てベースで 2013 年に追い抜かれた。市場レート換算なので、安倍政権下でのマクロ経済政策、いわゆるアベノミクスを受けた円安 (によるドル建て換算額の減少) の影

<sup>5</sup> わが国および各国の状況については、以下でも数多くの指標を引用している文部科学省科学技術・学術政策研究所『科学技術指標』(各年版)や OECD (経済協力開発機構)「OECD Stat」(<http://stats.oecd.org/>) に詳しい。国際比較にあたっては、国に応じて定義が異なる場合があるため、幅をもってみる必要があるが、そうした留意点についても、上記の出所を適宜参照されたい。

響もあるが、各国通貨のファンダメンタルな購買力を表す購買力平価（PPP）換算額で比べると、さらに以前の 2009 年頃にすでに追い越していたこともわかる。韓国もまた存在感を急速に高めている。市場レート換算で 2010 年にイギリスを抜き、PPP 換算では同年までにイギリス、フランスの水準を超えている。

#### 【図 1 主要国の R&D 支出額の推移】

ただし、ここで注意が必要なのは、支出額そのものは経済規模に大きく左右され、必ずしも国の“積極さ”を示さないということである。そこで、各国の経済規模に対する R&D 支出額を GDP 比で捉えたのが図 2 である。左のグラフで時系列の推移をみると、日本、米国（およびドイツ）が上位にあり、国ごとにみた時系列的な変動は大きい(Stephan 2010)。中国と韓国も対象に含め、直近までデータを網羅した図 2 からは、さらなる事実も観察される。わが国は、主要 7 カ国（日本、米国、ドイツ、フランス、英国、中国、韓国）のトップを長らく走ってきた。水準が高いだけでなく、時系列的に相当なペースで上昇傾向を続けており、世界的にみても R&D に前向きに取り組んでいる国といえる。しかし、この指標でもやはり新興国、とりわけ韓国がすさまじい勢いで値を上昇させている。韓国はこの主要 7 か国のみならず、OECD の統計（OECD Stat）がカバーする 41 ヶ国の中でトップとなっている（同図の右グラフ）。

#### 【図 2 R&D 支出の対 GDP 比】

科学を支える体制の重要な構成要素として、研究に関わる資金の状況のみをみてきたが、人材はさらに本質的な要素である。図 3 は、科学を支える人材を代表する指標として、博士号取得者数の推移をみたものである。かつて Stephan（2010）は、1975～2001 年の期間を対象に、①過去、理工系の学位取得者を生み出してきたは主として欧米であったこと、②このパターンが 1990 年代に変化し、アジアでの取得者が急増して米国を上回るようになったこと、を指摘した。図 3 は、2000～2012 年という新しい期間を対象に各国の動向をみたものである。図 3 の左グラフから、中国、韓国といったアジア諸国の博士号がさらに増え続けてきたことがわかる。特に中国は、2007 年以降、米国を抜いて単独で世界トップとなっている。

こうしたなか、主要国でわが国のみ、博士号取得者数が減少傾向にある。もともと欧米諸国に比べて少なかったが、わが国が減少する一方で、欧米はさらに増加しているため、格差は拡大している。比較できる直近の 2011 年には、図 3 に取り上げている 7 カ国の下から 2 番目である。わが国の劣位は、取得者の絶対数だけではなく、人口当たりの割合でもいえる。各国とも割合が概ね上昇傾向にあるなかで、日本だけは低下しており、直近で最下位から 2 番目である。

こうしたわが国の傾向は、1990 年代に大学院生が急増した反動という側面が大きい。文部省（現在の文部科学省）は、1991 年の大学審議会答申を受け、大学院生の規模を 2000 年までに 2 倍に高めるという方針を打ち出した。これを受け、大学側は大学院生の受け入れを大幅に増やし、博士号の授与数を急増させた。しかし、その一方で、学位取得後の主



な就職先とみなされてきた大学教員のポストは増えなかったため、博士号取得者の深刻な就職難を生み出す結果となった。図3が対象とする期間は、まさにこうした現実が明らかになった時期に相当するが、そうした事情を考慮してもなお、他の国々に比べ人数、比率ともに低いこと、またその傾向がさらに強まっていることは、今後のわが国の科学水準を展望するに大きな懸念材料である。

### 【図3 理工系博士号取得者数の推移】

## 2.2 研究アウトプット

次に、研究開発のアウトプットを示す代表的な指標として、論文数と特許件数の状況を概観する。まず論文数を図4からみると、日本を除く6カ国はすべて増加し続けているのに対し、わが国のみ2005年以降ほぼ横ばい（ないし微減）となっている。わが国以外で特に目立つのは中国の論文数の急増で、直近の2013年にはトップの米国に肉薄している。この結果、わが国の世界ランキングは2位から3位に下がり、代わってうなぎのぼりで順位を上げてきた中国が2位となっている<sup>6</sup>。

### 【図4 主要国の論文数と日中の世界ランキング】

次に研究開発の成果指標のひとつとして参照されることが多い特許数を出願数ベースで見ると、わが国は長らく世界第1位を維持していたが、2001年の約48万5千件をピークに減少に転じ、破竹の勢いで件数を伸ばす中国に2011年以降は首位を明け渡している（図5の左グラフ）。直近は2位だが、順調に件数が増加している米国との差もごくわずかである。この間、韓国も高い伸びを続け存在感を高めている一方、欧州諸国は総じて頭打ち傾向にある。

わが国の減少の原因については、研究開発費の減少、業績悪化等を背景とする知財費用の抑制、重点分野を明確化した案件の厳選、研究開発の生産性の悪化など、いくつか挙げられている（久貝2010、知的財産研究所2012）。特許を自国（居住地）向けの出願、海外（非居住地）向けの出願に分けると、さらにいくつかの興味深い事実が見出される。図5の右グラフは、わが国の出願数がピークとなった2001年と直近を、近年の出願件数の上位を占める4ヶ国について比べたものである。これを見ると、中国の急増のほとんどは国内向けの出願であることがわかる<sup>7</sup>。また、わが国の減少はほぼ国内向けによって説明されることも見て取れる。

<sup>6</sup> この図では単に論文の数をみているが、論文の“質”を考慮すると、わが国の退潮はさらに明らかとなる。科学技術・学術政策研究所『科学技術指標2015』では、論文が引用される回数で学術的インパクトを測り、ランキングの変化をみている。これによれば、被引用回数が各年各分野で上位10%に入る論文数の、わが国のランキングは、1991-93年の3位から2001-03年は4位、2011-13年は6位に下がっている（論文数は分数カウントベース。以下同様）。さらに上位1%に入る論文では、4位→4位→7位となっている。一方、中国は、上位10%、1%いずれにおいても、直近の2011-13年には2位に上がっている。

<sup>7</sup> 中国内への出願の増加については、R&D投資や海外直接投資の増加、特許制度の整備、特許出願への補助金などが指摘されている（Hu and Jefferson 2009、Li 2012、塚田2012）。

ただし、わが国の海外向けも、国内向けほどではないものの、この期間に件数を減らしている（国内向けが約 36%、海外向けが約 6%の減少）。同期間の海外向けに関して、米国は約 28%増加したほか、韓国は 3.5 倍もの件数となった。さらに中国にいたっては、17.2 倍の激増となっている。こうした状況は、今後のわが国の国際産業競争力をうらなう上では、海外向けの動向が気になるところである。特許件数は科学水準と直接連動するものではないが、以上の状況は、今後のわが国の産業競争力に不安を投げかける材料である。

### 【図 5 特許出願件数の推移】

## 2.3 科学技術予算の動向

次に科学を対象とする政策の状況について、特に予算面から概観する。今日の政府が科学の領域に対して執り行う政策は、科学技術政策の範疇に含まれる。科学研究を支える資金の中核をなすのが政府の公的資金であることを考えただけでも、科学にとっての科学技術政策の重要性がうかがい知れる。

科学技術政策とは幅広い領域を含む包括的な概念である。その対象は広範囲にわたり、産業政策、成長政策、教育政策、国防政策、環境政策、各種公共政策等の他の政策と密接に関連する。時代や国によって考え方、体制、重点の置き方なども相当異なる<sup>8</sup>。このため、科学技術政策の定義は容易でない。ただ言えるのは、当初から現在に至るまで、科学技術政策は、科学技術の振興を目的とする「科学のための政策」と公共政策分野での科学の活用を目的とする「政策のための科学」という大きな二つの側面を持ってきたということである（国立国会図書館調査及び立法考査局 2011）。その根底には、「純粋な好奇心に基づく科学、文化としての科学、道具としての科学」（池内 2014）という、科学そのものが持つ多面性があると考えられる。

ここで本格的に科学の歴史に深入りはしないが、科学が形作られてきた長い歴史において、今日のように政府が大きな役割を果たすようになったのはそれほど古いことではない。我々にとって科学技術政策という言葉は慣れ親しんだ響きだが、今日的な意味での歴史は浅く、起源は第 2 次大戦末期から戦後早期、概念として確立されたのは 1970 年代頃とされる（小林 2011）。欧州を中心に、19 世紀までは、今でいう自然科学の研究は貴族階層の支援のもとで行われるのが通常であった<sup>9</sup>。それが、徐々に科学研究の世界的な中心となっていた米国を念頭にいえば、莫大な資金力を持つ資本家・企業集団（19 世紀後半）、さらには第 2 次大戦中から戦後にかけての軍事研究資金へと、主たる支援者が変遷していった。

多かれ少なかれいずれの国においても科学の重要性は認識されているだろうが、こうした世界全体の動きの中で、わが国にとって科学とそれを支える科学技術政策はとりわけ重みを持ってきたように思われる。まずひとつは、19 世紀半ばの開国から明治維新、その後の近代化といった流れにおいて、わが国は終始、欧米列強の技術力とその背後にある科学

<sup>8</sup> 時代の変遷による変遷については小林（2011）、国ごとの違いについては科学技術政策研究所（2009）が体系的な整理を行っている。

<sup>9</sup> 以下の記述は上山（2010）に大きく負っている。

水準に圧倒され、キャッチアップする立場にあった<sup>10</sup>。また、近現代化を成し遂げた後も、天然資源に乏しいというハンディを克服するためには、高い技術に基づく国際競争力を確保しなければならない、という認識が共有されてきたように思われる。

わが国の科学技術政策の動向をみる上で、やはり政府予算はもっとも重要な視点のひとつである。図 6 は、わが国の政府予算において科学技術関係経費が占める比率の推移をみたものである。わが国の予算制度上、科学技術関係経費は、一般会計だけでなく特別会計にもまたがって支出される。したがって、国の予算に占める割合をみるためには、メディアなどで通常“国家予算”として注目される一般会計だけでなく、特別会計も加えて重複分を差し引いた純計額を分母に用いるのが適当である（下田 2007）。

実際、同図から観察されるとおり、一般会計と純計のいずれを分母に用いるかで印象は大きく異なる。国民の注目度も高く、財政当局（具体的には財務省）のチェックもききやすい一般会計を分母にとると、特に 1990 年代以降、財政事情が厳しい中でも科学技術政策に積極的に予算を割いてきたようにみえる。しかし、純計ベースでみると、近年はおおむね横ばいにとどまっている、ないしやや低下していることがわかる。大きな流れとして捉えれば、科学が切り拓く明るい未来が信じられていた 1960 年代までは、予算に占める比率も急速に上昇したが、公害問題などの負の側面への懸念やオイルショック後の安定成長への移行（による財政の逼迫）などを契機に、1970 年代からは緩やかに低下し、特に回復することがないまま今日に至っている。

#### 【図 6 政府予算に占める科学技術関係経費の比率の推移】

限られた予算のなかで、政府としても科学技術政策には大きな努力を払ってきたのは事実である。比較的最近の動向としては、1995 年に科学技術基本法の成立と同法に基づく科学技術基本政策がまず挙げられる<sup>11</sup>。それまでややもすると様々な行政の立場から、整合性などが十分考慮されないままばらばらに行われてきた科学技術政策が、まがりなりにも全体を統合する体系のもとで推進できる仕組みが整えられた。さらに最近では、従来の総合科学技術会議（2001 年に設置）を 2014 年に「総合科学技術・イノベーション会議」に衣替えし、より成長戦略への貢献を期待する色彩を強めている。しかし、繰り返しになるが、予算という視点で割り切っていえば、近年の歳出に占める割合は増えてはおらず、仕組みの工夫が中心とならざるを得ないのが実情である。

先に、わが国の政府予算に占める科学技術関係経費の割合をみたが、研究資金全体のなかで政府が占める割合はいかほどのものだろうか。現代において、いずれの国でも政府は研究資金の重要な出し手である。特に基礎的な研究においてはその傾向が顕著である。R&D 資金に対する政府の負担比率を時系列でみたのが図 7 である。

<sup>10</sup> 現代史の範疇の期間においても、第二次対戦で米国をはじめとする連合国側の科学力の高さを見せつけられたことの意味を鈴木（2010）は強調している。

<sup>11</sup> 科学技術基本計画とは、科学技術の振興に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るための基本的な計画で、先行き 10 年程度を見通した 5 年間の科学技術政策を具体化するために政府（現在は総合科学技術・イノベーション会議）が策定する。2016 年時点では、第 5 期科学技術基本計画が 2016 年 1 月に閣議決定されている（対象期間は 2016～2020 年度）。詳細は文部科学省、内閣府のそれぞれホームページを参照のこと（[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/kagaku/kihon/main5\\_a4.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/kihon/main5_a4.htm)、<http://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/index5.html>）。

ここから大きく二つのことがみてとれる。まず、わが国は主要国のなかでもっとも政府負担比率が低いということである。これは裏を返せば、民間の果たす役割が相対的に大きいことを意味する。本解説の他の図と同様、国ごとの定義や制度の違いに留意する必要があるが、わが国の政府負担比率の低さについては、(1) 大学部門で私立大学のプレゼンスが高いこと、(2) 公的研究機関や企業部門（大学との共同研究を含む）への拠出が少ないこと、(3) 逆に企業を中心に自前の R&D 支出が多く、国全体の R&D 支出という“分母”が大きいこと（図 2 参照）などが要因として挙げられる。

もうひとつは、わが国以外の政府負担比率が高い国々も、時系列的には水準を下げていることである。わが国も長期的にみれば緩やかに低下しているが、他の国々ほどではないため、相対的な格差は縮小している。

その大きな背景としては、まず「ベルリンの壁の崩壊」（1989 年）に象徴される冷戦の終結がある。特に米国は、冷戦期に、科学技術が軍事力の決め手になるとの認識のもと、大学の基礎的な科学研究などにも軍事的な性格の資金を用いて科学技術力の向上を図っていた（鈴木 2011）。また、先進国では低成長や高齢化による財政の逼迫、新興国では企業部門の高成長と、濃淡のつき方は異なるものの、政府と民間の負担力の変化も、多くの国に共通する背景といえる。さらに、政策思想の変化もある。先に述べた研究開発の「リニアモデル」は、オイルショックの頃から、企業の研究を中心に懐疑的な見方が強まっていた。「科学技術と社会との関係」を明確に謳った世界科学者会議のブダペスト宣言（1999 年）を経て、今日の科学技術政策は「研究投資」という視点が強まっている。

Mirowski and Sent（2002）の表現を借りれば、米国を中心に 20 世紀以降の科学技術をめぐる政策が、初期産業化体制（proto-industrial regime）から冷戦体制、さらにグローバル・民営体制（globalized privatization regime）へと大きく転換するにつれ、以上概観してきたように、政府による科学研究の資金の拠出スタンスも変化し続けている。

### 【図 7 主要国の R&D 支出における政府負担比率】

### 3. 「サイエンス型産業」の状況

マクロ的な経済・社会環境を鑑みると、少なくとも先進国では、科学ないし科学技術の分野に投下される資金およびそれに基づく成果の先行きは決して楽観できないものである。わが国をはじめ、各国とも長期的に財政の余裕には乏しい。冷戦の終結を背景に、米国を中心に軍事目的の研究資金も抑えられている。資金の担い手、拠出目的のいずれの面においても、自ずと産業界にウエイトが移りがちとなるのは、先進国共通の流れである。従来は相対的に潤沢な R&D 支出を行い、国際競争力を高める努力をしてきたわが国の企業部門だが、今後はこうした世界的なトレンドの中で勝負をしていかなければならない。

そこにおける主戦場の一つが「サイエンス型産業」と考えられる。サイエンス型産業に厳密な定義は無く、政府統計の産業分類にそうした区分があるわけでもないが、「サイエンス（科学）に依拠した産業分、あるいは、基礎的な科学の重要性がとりわけ高い産業群」（後藤・小田切 2003）として、注目されている<sup>12</sup>。

<sup>12</sup> サイエンス型産業には従来から学術的、政策的な関心が持たれてきた。Pavitt（1984）は、産業全体

代表的なサイエンス型産業のひとつがバイオテクノロジー関連産業である。しかし、こうした産業をいざ分析の俎上に乗せようとする、大きな困難として立ちどころなのが統計的な把握可能性である。漠然とバイオ関連産業をイメージすることはできても、実際には医療、食品、環境など様々な産業分野にまたがっている。個別企業レベルでも、バイオ関連事業は会社全体の一部であることも多い。こうした状況は、ハイテク・エレクトロニクス、ロボット、ICT（情報通信技術）、人工知能（AI）など、注目度の高い他のサイエンス型産業の分野でもおおむね同様である。

こうしたなか、科学に依拠する割合が比較的高いとみられている医薬品産業と半導体産業は、各国の統計でも産業区分として独立していることが多く、分析の対象として扱いやすい<sup>13</sup>。ここではこの2つの産業について概況をみておきたい。表1は、主要国の近年の医薬品産業、半導体産業の動向を主な指標からみたものである。対象国は統計の入手可能性から日本と欧州3ヶ国（ドイツ、フランス、英国）、対象期間は2000～2007年である（最終年が2007年となっているのは、国際比較が可能なデータの制約による）。サイエンス型産業に関する国際比較は、従来ほとんど見当たらない。これは、産業分類の点などでそもそも産業の国際比較が難しいことに加え、サイエンス型産業自体の抽出が容易でないことが背景にあると思われる。ここでは、対象とする産業を限定しつつ、JIPデータベース（経済産業研究所）とEU KLEMS data（EU KLEMS）という、同一の枠組みで構築された産業データベースを用いる。比較する指標としては、付加価値額、従業員数、生産性（TFP）変化率をとった。

【表1 サイエンス型産業に関する国際比較】

産業全体のなかでのプレゼンスを付加価値でみると、まず医薬品については、わが国は約0.6%と他の3ヶ国の約0.5%とほぼ同水準ないしくぶん高めである。しかし、2000年からの変化率でみると、年平均1.5%程度の減少となっており、他の国々が増加しているのとは対照的である。半導体についても状況は似ており、全産業に占める直近のウエイトこと他国と遜色ないものの（日本：約0.3%、他国：約0.1～0.4%）、変化率は最低である（日本：年平均約-7.4%、他国：同-6.2～-10.1%）。

こうした状況を生んだ要因は2つある。まず一つは、従業員数の減少幅が大きいことである。対象期間において、わが国の従業員数の変化率は、医薬品で年平均約-1.1%（他の3ヶ国は-0.2～1.7%）、半導体で同-3.6%（英国-9.6%、ドイツ1.6%、フランス3.8%）となっている。もう一つは、従業員数の減少との対比において、生産性の上昇率が限られていることである。近年（直近3年の平均）の生産性変化率をみると、医薬品では、ドイツ（約2.1%）より低く、フランスとほぼ同水準（約0.5%）である。半導体では、ドイツと並ぶ水準（日、ドイツとも約3.1%）で英国、フランスより高いものの、従業員数の減少をカ

---

を、サイエンス型産業を含む4つのグループに区分した上で、相互の関係を考察し、その後の研究の標準的な分類法を提供した。サイエンス型産業に対する成長のエンジンとしての期待は高く、参入の決定要因（Baldwin and Johnson 1999）、知識スピルオーバー（Hicks 1995、Meyer-Krahmer and Schmoch 1998）、集積パターン（Spencer 2015）などそれぞれの切り口から分析がなされている。

<sup>13</sup> 例えば、サイエンス型産業をテーマにしたわが国の代表的な文献である後藤・小田切編（2003）が各論でこの2つの産業を詳しく分析しているほか、中馬（2011）もサイエンス型産業の代表として半導体産業を取り上げて分析している。

パーするほどではない。

図8は、上記までの情報の一部を用いつつ、特に産業に占めるウェイトと生産性上昇率がどう変化したかをビジュアル的に示すものである。縦軸に生産性(全要素生産性:TFP)の変化率を、横軸に全産業に占める付加価値のウェイトをとっている。右上のほうにあれば、産業としてのウェイトも高く、競争力の向上も示唆されるので、産業のけん引役として期待されるとの解釈ができる。同図では、最終年(2007年)をクロスのマーカーで示している(マーカーのない端点が初年)。

### 【図8 サイエンス型産業の生産性と付加価値シェアの変化(2000→2007年)】

同図左の医薬品産業をみると、わが国は期間の途中では健闘した年もあるが、クロス・マーカーで示される最終年には、生産性上昇率、付加価値ウェイトのいずれも初年に比べ低下している。これに対し、逆にドイツはいずれも高まる方向にシフトし、生産性上昇率のレベルは最終年でわが国を上回っている。同図右の半導体産業も構図は近い。わが国は初年こそ右上の領域に位置し、付加価値ウェイトがもっとも高く、また生産性上昇率もイギリスに水をあけていた。しかし、最終年には、生産性上昇率、付加価値ウェイトとも低下し、特に生産性上昇率ではドイツ、イギリスと同程度となっている。

ここでの分析は、限られた国々との比較を限られた期間について行ったものに過ぎない。また、そもそも産業に関する国際比較は、定義の問題などから幅を持つ必要がある。とはいえ、米国、中国、韓国といった競争力の高い、あるいは高まっている強力な競合相手がここには含まれていないこと、対象期間は日本経済が「失われた20年」をほぼ脱却して正常化した時期であること、を鑑みると、わが国のサイエンス型産業の現状、さらには今後のわが国の科学技術を考える上で、楽観できない状況の一端をうかがわせる材料とみることもできるだろう。

## むすび

本稿では、科学という壮大な領域を、特に経済の視点から考える際の材料について整理をしてきた。第2、3節の統計指標などの概観からは、わが国の科学(あるいは科学技術)をめぐる状況は、国際的にみてもかなり厳しいことが窺われる。これは、単に科学界という限られた職能の世界の事象にとどまらず、長期的なわが国の国際競争力を展望する上でも不安を投げかける材料である。

政府もこうした状況は十分認識している。直近の科学技術基本計画(第5期、2016年1月22日閣議決定)では、科学に関するインプット(特に人材)、アウトプット(特に論文数)の低迷に対する強い危機感を表している。科学技術基本計画は、第4期までは、ややもすると科学技術に関連する施策を列挙する内容にもなりかねなかったが、科学技術政策の司令塔としての総合科学技術・イノベーション会議の位置づけが明確化されてから初の計画である第5期は、上記の危機感のもと、内容の一貫性という点で大きな進展をみた。

もっとも、わが国の科学技術政策が置かれた厳しさを時系列的、世界的な視点から大きく捉え、社会全体で認識を共有していくという点については、さらなる改善の余地がある。

主要国の科学技術政策のトレンドが産業の視点に軸足を移す中、いかに限られた予算（リソース）で立ち向かっていかなければならないか、したがっていかに産業界に期待せざるを得ないか、という全体観は、（行間から読み取ることはできるものの）科学技術基本政策等に十分明記され、社会共通の認識に至っているとは未だ言い難い。こうした全体観は、単なる総論にとどまるものではなく、個別の施策の重みづけにもつながる議論の出発点である。

それでは、わが国を取り巻く厳しい状況のもとで、今後の科学技術政策の具体的な施策については、どのような方向が考えられるのか。第1節で紹介したアロー＝ネルソン流の、科学的成果を、投入リソースに対する知識アウトプットととらえる考え方を念頭に置けば、その生産を促すべく、リソースの投入を積極的に行うことが正攻法としてまず考えられる。科学への財源の投入は設備や機器などの物品に加え、研究者の人的費にも充てられる。長期的な成長の促進、世代間格差の是正、労働市場の流動化、国際的にみた博士号取得者層の厚みなど、多面的な視点からみて、単なる使い切りではない投資効果の高い歳出となり得る。

とはいえ、経済成長率が徐々に低下しつつある中、資金の出し手サイドの事情から、研究リソースの投入に限界があることも事実である。同じく第1節で紹介した“新しい科学の経済学（NES）”の知見は、科学者の労働市場の改革、あるいは科学者の働き方を変革することによって、科学の生産性を高める余地があることを示している。例えば、米国のエビデンスでは、産業界と学界の連携や、科学者の活動の柔軟性、報酬制度の見直しなどが、科学者のインセンティブやインプットを変え、科学の成果を高める可能性を示唆している（Stephan 2010）。その際に、ひとつの大きなポイントになってくるのが、産業界の科学者層の育成であろう。このほか、ベンチャー企業の育成も、科学者の研究活動とのシナジー効果を通じて、間接的ながら、科学の発展に資する可能性がある。米国の制度をそのままわが国に適用するというのではなく、若手を中心とするメンタリティを含め、わが国の実情を見極めたうえで、科学者の潜在力を引き出すというのが、今後の有力な方向性として考えられる。

実際、わが国の科学技術政策も、科学経済学が得てきた知見からみて、多岐にわたり妥当な内容を含んだものとなっている。上記に沿っていえば、リソース面については、世界トップレベルの拠点形成をはじめとする各種重点分野への資金の投入、公募型資金の直接経費の柔軟化による人件費への拠出の検討などがある。また、科学者の労働市場についても、若手研究者のキャリア形成（テニュアトラック制の推進等）、産官学間の人材移動の推進など、数多くの施策が検討されている。

2016年度は第5期の科学技術基本計画の初年度であり、今後、社会全体としてこれらの施策をいかに実のあるものとするか、あるいはさらなる施策を追加できるかに知恵を絞っていくことが求められる。数多くの施策を掲げている同計画ではあるが、さらに施策を検討する余地はある。例えば、資金面を中心とするリソースの拡充については、これからの研究資金の調達ルートを、必ずしも政府を中心とする公的部門に限定する必要はない。産業界だけではなく幅広い民間資金を活用することも有力な方向として考えられる。こうした方向性は、現在の政策においては手薄である<sup>14</sup>。しかし、例えば Fagnan et al. (2013)

---

<sup>14</sup> 科学的成果から産業界のイノベーションへの波及を考えれば、あるいは科学的成果そのものを広義の

は、巨額の資金を要する医薬品の開発などに、流動化商品（巨大なファンド）を通じて、金融市場の資金を導入することを提案している。ただし、そうしたファンドの組成が可能となるには、国による医薬品承認の審査について、段階ごとの承認状況が広く利用可能なデータベースとして整備されていることが前提となる。これは、ファンド組成にあたっての、段階ごとの遷移確率を計算するために不可欠な情報である。

このほかにも、特許などの知的財産を裏付け資産とする資金調達など、民間資金を活用する方策もすでに試みられている。わが国において知財担保ファイナンスは、中小企業金融との関連で議論されることが多いが、イェール大がエイズ治療物質の証券化に成功し、多額の資金（2000年に得た金額は3千万ドル）を獲得したように、科学技術の領域にも応用できる可能性がある<sup>15</sup>。

科学者の労働市場の改革についてもさらなる議論があり得る。未だに企業内での人材育成が重視される傾向が強いわが国の実情に鑑みると、産業界の科学者の層を拡充するには、社会人による学位の取得やそれと絡めた共同研究は、ひとつの現実的な方向性のように思われる。そのための動機付けとして、人件費、とりわけ兼業に際しての人件費への適用が厳しい研究開発税制の運用を柔軟化し、共同研究やそれに基づく学位取得に関する企業のコスト負担を軽減することも検討の俎上に乗せ得るだろう。産業界における科学者の数が増え、また一定期間実務家を大学等に受け入れることは、科学界と産業界の間の根深い“カルチャー”の差を埋め、長期的には人材の流動化などの効果にもつながると期待される。

経済成長を根幹で支えていること以前に、「知る」という人間の根源的欲求を究める科学者たちに、多くの人々は興味とある種の畏敬の念を抱いている。しかし彼らの世界は専門性がきわめて高く、一般社会とのつながりにも乏しい。外に暮らす住民は、時折発信されるニュースや文献などから「科学の共和国：The Republic of Science」（Polanyi 1962）を垣間見るに過ぎない。本稿で紹介した「科学の経済学」の周辺の研究成果は、経済学が長年蓄積してきたツールを援用することで、我々の断片的な知識を大きな絵にはめこんで理解するのに大いに資するものである。それはまた、科学界の外にいる人々だけでなく、中に暮らす科学者当人たちにとっても大いに示唆に富む内容ではないかと思われる。

燦然と輝く大発見の一方で後を絶たない不正や捏造——世間の耳目を集める「光」と「影」において、研究者の資質などの個別要素が決定的な役割を果たしているのは言うまでもない。しかし、それらは単に特別な当事者による特別な事例と割り切るべきものではなく、生み出す仕組みもまた大きな役割を果たしている。科学者の世界を理解し、よりよい形にしていくことが、科学的発見の向上と影の部分の抑制につながり、ひいては我々の生活の豊かさや質を左右する鍵となるだろう。それは、本稿でもみてきたように、科学を取り巻く状況が厳しさを増す中において一段と重要性を増しているように思われる。

---

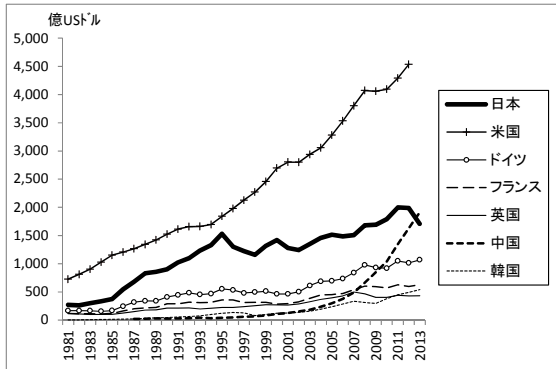
イノベーションと捉えれば、金融によるイノベーションへの影響に関する一連の研究は大いに参考になると思われる。かつては金融とイノベーションの関係についてはあまり関心が払われてこなかったが（O'sullivan 2004）、資金制約と R&D 活動の関係を検証した Himmleberg and Petersen（1994）などを代表的な先行研究として、近年はその分野に関する研究が急速に盛り上がってきた。こうした中、Perez（2013）は、金融と技術や経済パラダイムとの関係に関する系統だった整理を行っている。

<sup>15</sup> 実務家などからは、知的財産の流動性の低さや資産査定上の位置づけの低さなど、政策面で対応できる課題も指摘されている。公的な資金による知的財産買取による流動性の向上や、資産査定における知財担保融資の扱いの柔軟化などを検討する余地がある。

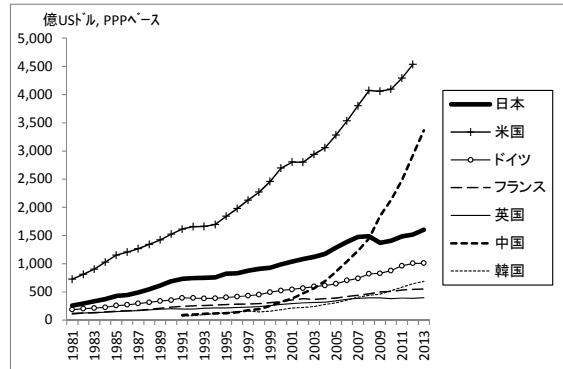


図1 主要国の R&D 支出額の推移

(米ドル換算)



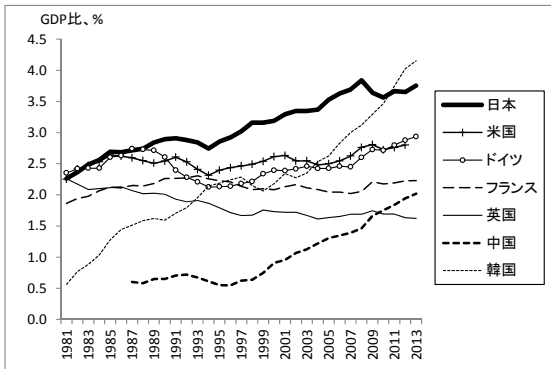
(購買力平価ベースの米ドル換算)



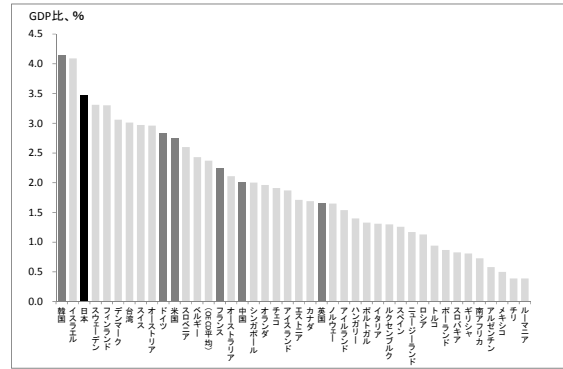
注：日本は OECD による推計値ベース（以下同様）。  
出所：OECD「OECD Stat」より作成。

図2 R&D 支出の対 GDP 比

(主要国の推移)



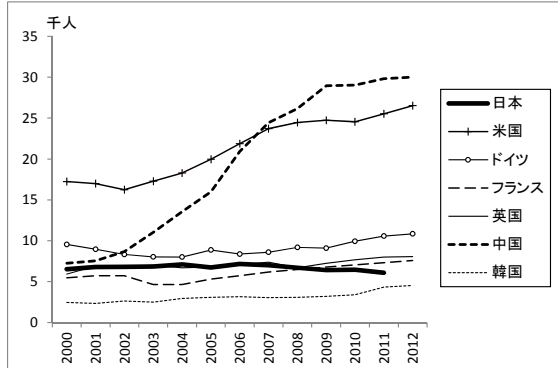
(世界各国の比較：2013年)



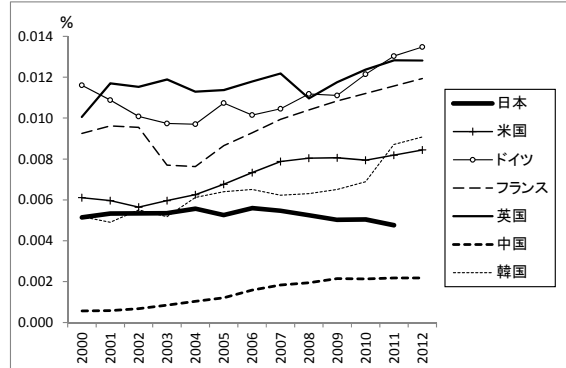
注：右グラフのスイスと南アフリカは 2012 年の値。  
出所：OECD「OECD Stat」より作成。

図3 理工系博士号取得者数の推移

(人数)

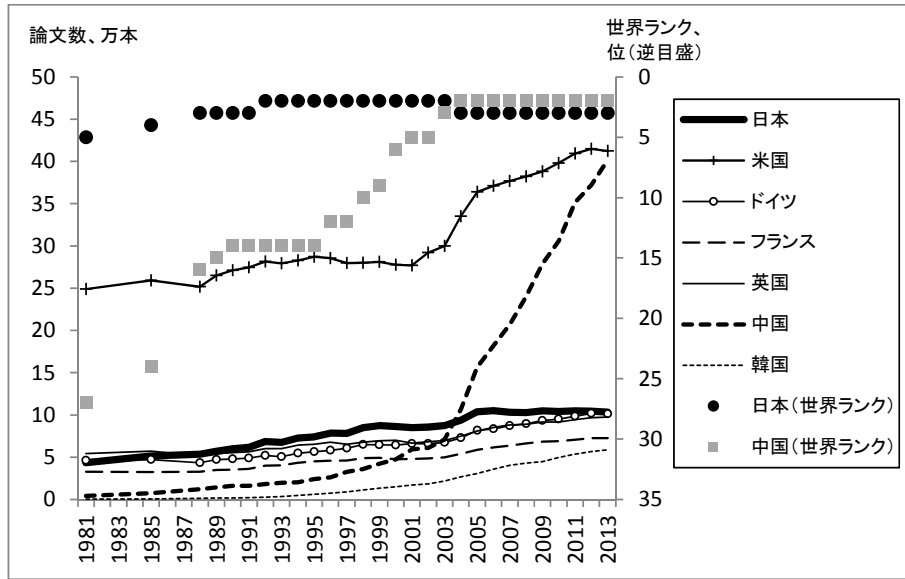


(対人口比)



注：ここでの理工系とは物理学、生命科学、数学、工学、コンピューター・サイエンス、農学を指す。  
出所：NSF「Science and Engineering Indicator 2016」、OECD「OECD Stat」より作成。

図4 主要国の論文数と日中の世界ランキング



注1：論文数は分数カウントベース。

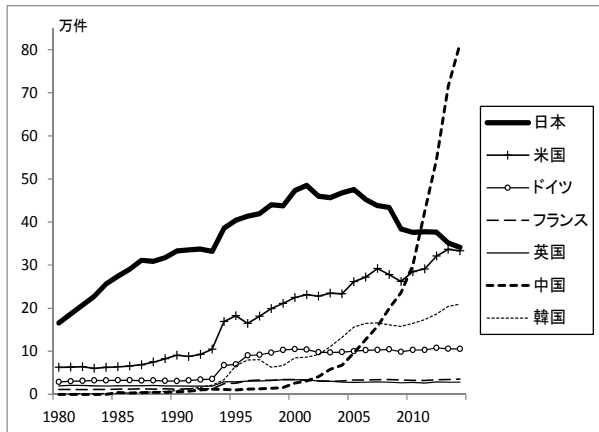
注2：原データのベースが同一でないため不連続な箇所がある。具体的には、1981、1985年は「Science and Engineering Indicator」1998年版、1988～1994年は同2004年版、1995～1999年は同2010年版、2000～2013年は同2016年版による。ただし、それぞれの重なる箇所の値からみる限り、接続データを用いても大まかなトレンドは把握できるように思われる。

注3：論文本数については、最新版（2016年版）の値は原数値を、それ以前のバージョンがカバーする期間については、各年の前年（または直前の年）に対する伸び率で除した試算値を用いた。世界ランキングの順位は、各年版における順位をそのまま用いた。

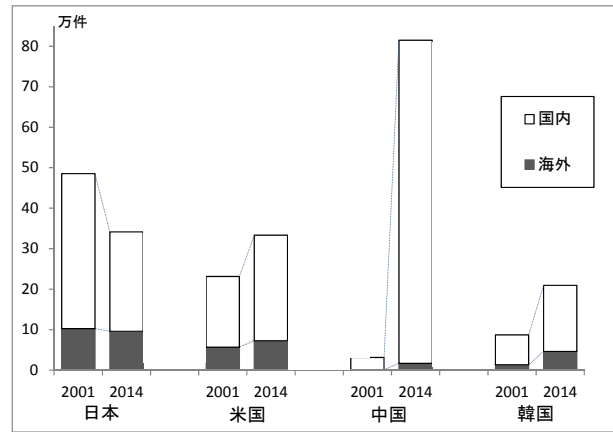
出所：NSF「Science and Engineering Indicator」（1998、2004、2010、2016）より作成。

図5 特許出願数の推移

(出願数計)



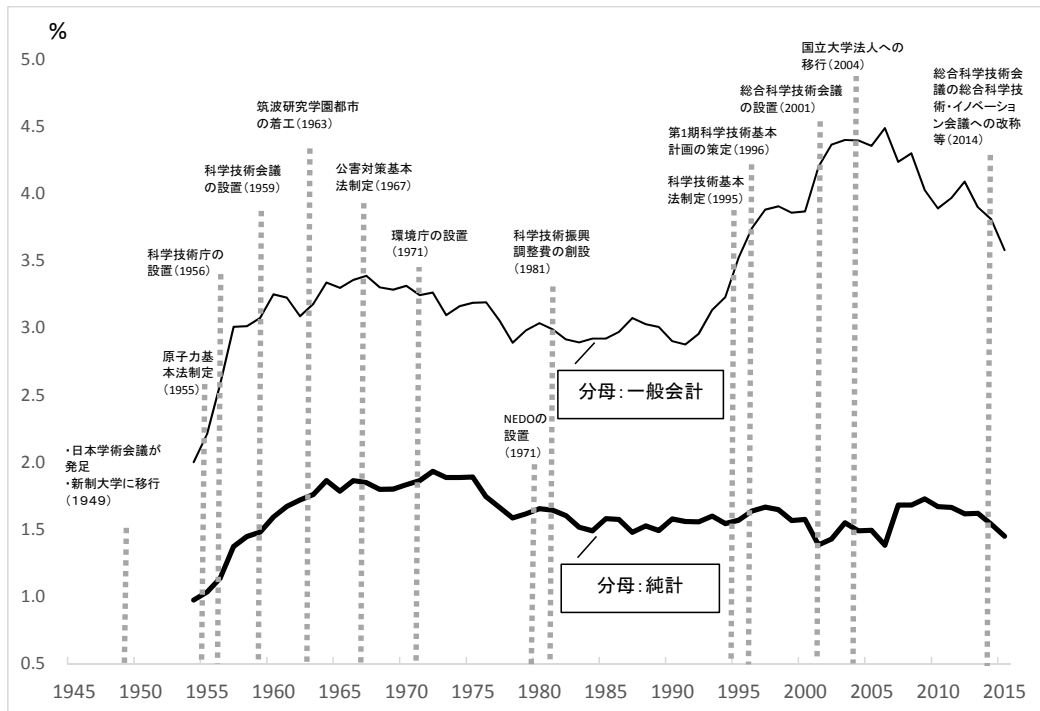
(国内・海外別)



注：日本の1981、1982年の国内出願数は、1980年と1983年の件数からの線形補間値。

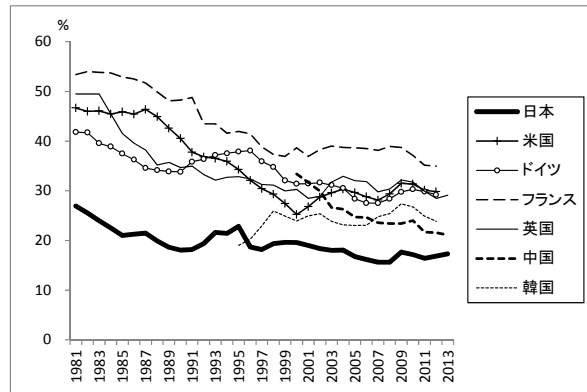
出所：WIPO「WIPO statistics database」より作成。

図6 政府予算に占める科学技術関係経費の比率の推移



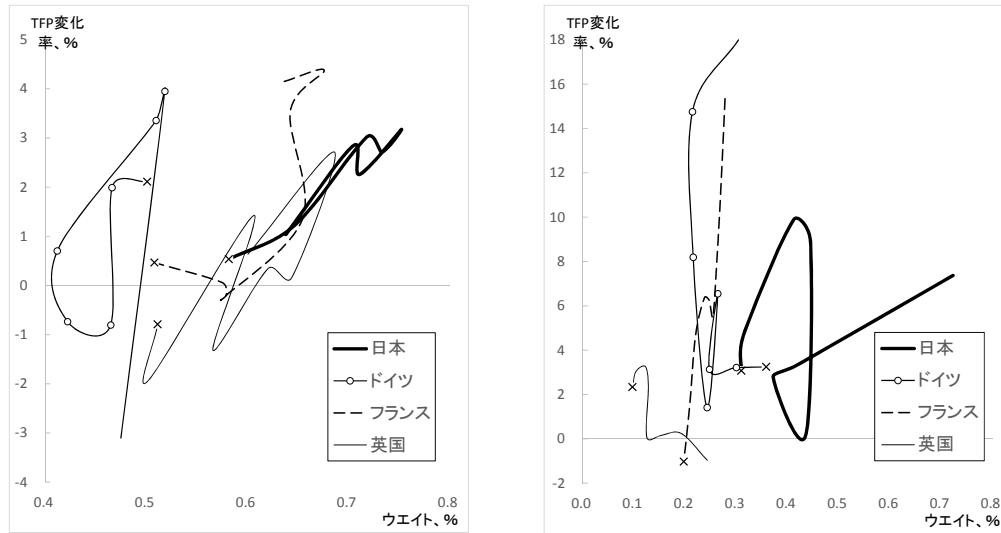
注：科学技術関係経費の遡及の制約から、折れ線グラフによる数値データの表示は1954年以降となっている。  
 出所：科学技術庁、文部科学省『科学技術白書』（各年版）、財務省「予算書・決算書データベース」、三菱総合研究所（2015）より作成。

図7 主要国のR&D支出における政府負担比率



出所：科学技術・学術政策研究所「科学技術指標 2015」より作成。

図8 サイエンス型産業の生産性と付加価値シェアの変化 (2000→2007年)  
 (医薬品) (半導体・集積回路)



注1: TFP変化率は後方3期移動平均。

注2: TFPと付加価値ウエイトの計算については、表1の注2、3と同様。

出所: 経済産業研究所「JIP データベース 2015」、EU KLEMS「EU KLEMS Data」を用いて計算。

表1 サイエンス型産業に関する国際比較

(単位: %、%ポイント)

		医薬品				半導体・集積回路			
		日本	ドイツ	フランス	英国	日本	ドイツ	フランス	英国
名目付加価値	全産業に占めるウエイト(2007年)	0.58	0.50	0.51	0.51	0.31	0.36	0.20	0.10
	変化率(2000-2007年平均)	-1.49	2.58	2.30	2.93	-7.37	10.09	4.23	-6.20
	全産業の変化率との差分(同期間)	-1.69	0.25	-1.92	-2.37	-7.57	7.76	0.01	-11.50
従業員数	全産業に占めるウエイト(2007年)	0.18	0.32	0.19	0.23	0.27	0.18	0.22	0.07
	変化率(2000-2007年平均)	-1.13	-0.16	1.65	0.01	-3.56	1.60	3.84	-9.58
	全産業の変化率との差分(同期間)	-0.90	-0.57	0.63	-1.05	-3.32	1.18	2.83	-10.64
TFP変化率	直近3カ年(2005-2007年)平均	0.52	2.10	0.46	-0.90	3.05	3.07	-1.04	2.34
	変化率差分(2000-2007年累積)	-0.50	5.21	-3.69	-1.43	-4.30	-14.75	-16.37	3.31
	全産業の変化率差分との差(同期間)	-1.20	4.93	-3.20	-1.67	-5.00	-15.03	-15.89	3.07

注1: TFPの計算における資本サービスの変化率は、細かい産業分類でデータが作成されていないため、医薬品については化学製品・同関連製品、半導体・集積回路については電子光学機器で代用した。

注2: 付加価値ウエイトの算出における分母は、ドイツ、フランス、英国は「全産業 (total industries)」、日本は「マクロ (住宅・分類不明を除く)」。

出所: 経済産業研究所「JIP データベース 2015」、EU KLEMS「EU KLEMS Data」を用いて計算。

## 参考文献

- 池内了（2014）『科学・技術と現代社会 上』みすず書房.
- 上山隆大（2010）『アカデミック・キャピタリズムを超えてーアメリカの大学と科学研究の現在』、NTT 出版.
- 尾身幸次（1996）『科学技術立国論ー科学技術基本法解説』、読売新聞社.
- 科学技術会議政策委員会（1999）、21 世紀の社会と科学技術を考える懇談会、第 3 回会議事録.
- 科学技術振興機構研究開発戦略センター（2009）『研究開発戦略策定のためのハンドブック』.
- 科学技術政策研究所（2009）『科学技術を巡る主要国等の政策動向分析報告書』、第 3 期科学技術基本計画のフォローアップに係る調査研究.
- 科学技術庁、文部科学省『科学技術白書』、各年版.
- 久貝卓（2010）「リーマンショック後の企業の知財活動ー特許出願上位企業へのアンケート調査からー」、経済産業研究所コラム（第 290 回）、  
[http://www.rieti.go.jp/jp/columns/a01\\_0290.html](http://www.rieti.go.jp/jp/columns/a01_0290.html)
- 国立国会図書館調査及び立法考査局（2011）『科学技術政策の国際的な動向 [本編]』、科学技術に関する調査プロジェクト調査報告書.
- 後藤晃・小田切宏之編著（2003）『サイエンス型産業』、NTT 出版.
- 後藤晃・小田切宏之（2003）「序論」、『サイエンス型産業』、NTT 出版.
- 小林信一（2011）「科学技術政策とは何か」、『科学技術政策の国際的な動向 [本編]』、国立国会図書館調査及び立法考査局、科学技術に関する調査プロジェクト調査報告書、7-34 頁.
- 佐藤文隆（2011）『職業としての科学』、岩波新書、岩波書店.
- 下田隆二（2007）「政府の科学技術関係経費が政府支出総体に占める割合の推移」、『研究・技術計画学会年次学術大会講演要旨集』第 22 巻、581-584 頁.
- 鈴木淳（2010）『科学技術政策』、日本史リブレット、山川出版社.
- 鈴木一人（2011）「日本の科学技術政策」、『将来の国際情勢と日本の外交ー20 年程度未来のシナリオ・プランニングー』、平成 22 年度外務省国際問題調査研究・提言事業報告書.
- 知的財産研究所（2012）「我が国経済の新たな成長に向けた産業財産権の出願行動等に関する分析調査報告書」、平成 23 年度特許庁請負事業.
- 中馬宏之（2011）「サイエンス型産業における国際競争力低下要因を探る：半導体産業の事例から」、藤田昌久・長岡貞男編『生産性とイノベーションシステム』、日本評論社、317-360 頁.
- 塚田尚稔（2012）「急増する中国の特許出願の実態」、経済産業研究所コラム（第 290 回）、  
[http://www.rieti.go.jp/jp/columns/a01\\_0352.html](http://www.rieti.go.jp/jp/columns/a01_0352.html)
- 内閣府「科学技術基本計画」、同府ホームページ、

<http://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/index5.html>

長岡貞男・伊神正貴・江藤学・伊地知寛博（2010）「科学における知識生産プロセスの研究－日本の研究者を対象とした大規模調査からの基礎的発見事実」、IIR Working Paper WR#10-07、一橋大学イノベーション研究センター。

毎日新聞科学環境部（2003）『理系白書－この国を静かに支える人たち』、講談社文庫、講談社。

——（2007）『「理系」という生き方 理系白書 2』、講談社文庫、講談社。

——（2009）『迫るアジア どうする日本の研究者 理系白書 3』、講談社文庫、講談社。

松下祥子（2008）『科学者たちの奇妙な日常』、日経プレミアシリーズ、日本経済新聞出版社。

三菱総合研究所（2015）「科学技術政策史 概論」、『科学技術イノベーション政策における「政策のための科学」推進に関する政策課題の調査分析 報告書』分冊（7）、「科学技術イノベーション政策史」に関する調査分析、平成 26 年度文部科学省委託調査。

文部科学省「科学技術基本計画」、同省ホームページ、  
[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/kagaku/kihon/main5\\_a4.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/kihon/main5_a4.htm)

Acs, Z., D. Audretsch, M. Feldman (1994) “R&D Spillovers and Recipient Firm Size,” *Review of Economics and Statistics* 76(2), 336-340.

Adams, J. (1990) “Fundamental Stocks of Knowledge and Productivity Growth,” *Journal of Political Economy* 98(4), 673-702.

Adams, J., Black, G., Clemmons, R., Stephan, P. (2005) “Scientific Teams and Institution Collaborations: Evidence from U.S. Universities, 1981-1999,” *Research Policy* 34(3), 259-285.

Agrawal, A., Goldfarb, A. (2008) “Restructuring Research: Communication Costs and the Democratization of University Innovation,” *American Economic Review* 98(4), 1578-1590.

Andrews, F. (1979) *Scientific Productivity: The Effectiveness of Research Groups in Six Countries*: Cambridge University Press.

Arrow, K. (1962) “Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention,” in R. Nelson ed., *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*: Princeton University Press, 609-626.

Audretsch, David, Maryann Feldman, John E. Jankowski, Albert N. Link, Donald Siegel, Paula Stephan, Gregory Tassej and Charles Wessner (2002) “The Economics of Science and Technology,” *Journal of Technology Transfer* 27(2), 155-210.

Azoulay, P., Ding, W., Stuart, T. (2009) “The Impact of Academic Patenting on the Rate,

- Quality, and Direction of (public) Research Output,” *Journal of Industrial Economics* 57(4), 637-676.
- Baldwin, J. and J. Johnson (1999) “The Defining Characteristics of Entrants in Science-based Industries,” occasional paper 88-517-XPB, Statistics Canada.
- Ballandonne, M. (2012) “New Economics of Science, Economics of Scientific Knowledge and the Sociology of Science: The Case of Paul David,” *Journal of Economic Methodology* 19(4), 391-406.
- Bush, V. (1945) *Science - The Endless Frontier; A report to the President on a program for postwar scientific research*: United States Government Printing Office.
- Cohen, W., R. Nelson, J. Walsh (2002) “Links and Impacts: The Influence of Public Research on Industrial R&D,” *Management Science* 48(1), 1-23.
- Dasgupta, P. and P. David (1987) “Information Disclosure and the Economics of Science and Technology,” in G. Feiwel ed., *Arrow and the Ascent of Modern Economic Theory*: New York University Press, 519-542.
- and — (1994) “Towards a New Economics of Science,” *Research Policy* 23(5), 487-532.
- Diamond, A. (1986) “The Life-cycle Research Productivity of Mathematicians and Scientists,” *Journal of Gerontology* 41(4), 520-525.
- (1996) “The Economics of Science,” *Knowledge and Policy* 9(2-3), 6-49.
- Fagnan, David, J. Fernandez, A. Lo, and R. Stein (2013) "Can Financial Engineering Cure Cancer?" *American Economic Review* 103(3), 406-11.
- Feldman, Maryann, A. Link and D. Siegel (2002) *The Economics of Science and Technology*: Kluwer Academic Publishers
- Griliches, Z. (1960) “Hybrid Corn and the Economics of Innovation,” *Science* 132(Jul), 275-280.
- Heilbroner, R. and W. Milberg (2011) *The Making of the Economic Society* (13 edition): Princeton Hall.
- Hicks, D. (1995) “Published Papers, Tacit Competencies and Corporate Management of the Public/Private Character of Knowledge,” *Industrial and Corporate Change* 4(2), 401-424.
- Hicks, D., T. Breitzman, D. Olivastro, K. Hamilton (2001) “The Changing Composition of Innovative Activity in the U.S.,” *Research Policy* 30 (4), 681-703.
- Himmelberg, C. and B. Petersen (1994) “R&D and Internal Finance: A Panel Study of Small Firms in High-Tech Industries,” *The Review of Economics and Statistics* 76(1), 38-51.
- Hu, A. G. and G. Jefferson (2009) "A Great Wall of Patents: What is behind China's Recent Patent Explosion?" *Journal of Development Economics* 90(1), 57-68.

- Jaffe, A., M. Trajtenberg, R. Henderson (1993) "Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations," *Quarterly Journal of Economics* 108 (3), 577-598.
- Jones, B. (2009) "The Burden of Knowledge and the Death of the Renaissance Man: Is Innovation Getting Harder?" *Review of Economic Studies* 76(1), 283-317.
- Jones, B. (2010) "Age and great inventions," *Review of Economics and Statistics* 92(1), 1-14.
- Lawani, S. (1986) "Some Bibliometric Correlates of Quality in Scientific Research," *Scientometrics* 9(1), 13-25.
- Levin, S. and P. Stephan (1991) "Research Productivity over the Life Cycle: Evidence for Academic Scientists," *American Economic Review* 81(1), 114-132.
- Li, X. (2012) "Behind the Recent Surge of Chinese Patenting: An Institutional View," *Research Policy* 41(1), 236-249.
- Mansfield, E. (1995) "Academic Research Underlying Industrial Innovations: Sources, Characteristics, and Financing," *Review of Economic and Statistics* 77(1), 55-65.
- Markiewicz, K., Di Minin, A. (2004) *Commercializing the Laboratory: The Relationship between Faculty Patenting and Publishing*: University of California, Berkeley, CA.
- Meyer-Krahmer, F. and U. Schmoch (1998) "Science-based Technologies: University-Industry Interactions in Four Fields," *Research Policy* 27(8), 835-851.
- Mirowski, P. and E. Sent eds. (2002) *Science Bought and Sold: Essays in the Economics*: University of Chicago Press.
- Mirowski, P. and E. Sent (2002) "Introduction," in Mirowski, P. and E. Sent eds. *Science Bought and Sold: Essays in the Economics*: University of Chicago Press.
- Nelson, R. (1959) "The Simple Economics of Basic Scientific Research," *Journal of Political Economy* 67(3), 297-306.
- O'Sullivan, M. (2004) "Finance and Innovation," in J. Fagerberg, D. Mowery, and R. Nelson (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*: Oxford University Press.
- Oyer, P. (2006) "Initial Labor Market Conditions and Long-term Outcomes for Economists," *Journal of Economic Perspectives* 20 (3), 143-160.
- Pavitt, K. (1984) "Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory," *Research Policy* 13, 343-373.
- Perez, C (2013) "Unleashing a Golden Age after the Financial Collapse: Drawing Lessons from History," *Environmental Innovations and Societal Transitions* 6(Mar), 9-23.
- Peirce, C. (1879) "Note on the Theory of the Economy of Research," *United States Coast Survey for the fiscal year ending June 1876*.
- Polanyi, M. (1962) "The Republic of Science: Its Political and Economic Theory,"



*Minerva* 1(1), 54-73.

- Spencer, M. (2015) "Knowledge Neighbourhoods: Urban Form and Evolutionary Economic Geography," *Regional Studies* 49(5), 883-898.
- Stephan, Paula (2008) "Job Market Effects on Scientific Productivity," in M. Albert, D. Schmidtchen and S. Voigt (eds.) *Scientific Competition*: Mohr Siebeck.
- (2010) "The Economics of Science" in B. Hall and N. Rosenberg (eds.) *Handbook of the Economics of Innovation*: 1: North-Holland.
- Stephan, P. and S. Levin (1992) *Striking the Mother Lode in Science: The importance of age, place, and time*: Oxford University Press.
- and —— (1993) "Age and the Nobel prize revisited," *Scientometrics* 28(3), 387-399.
- Stigler, G. (1969) "Does Economics Have a Useful Past?" *History of Political Economy* 1(2), 217-230.
- Stokes, D. (1997) *Pasteur's Quadrant*: Brookings Institution Press.
- Thursby, J., Thursby, M. (2007) "Patterns of Research and Licensing Activity of Science and Engineering Faculty," in P. Stephan and R. Ehrenberg (eds.) *Science and the University*: University of Wisconsin Press.
- Tyfield, D. (2012a) *The Economics of Science: A Critical Realist Overview / Volume 1: Illustrations and philosophical preliminaries*: Routledge.
- (2012b) *The Economics of Science: A Critical Realist Overview / Volume 2: Towards a synthesis of political economy and science and technology studies*: Routledge.
- Wible, J. (1998) *The Economics of Science: Methodology and epistemology as if economics really mattered*: Routledge.
- Wuchty, S., Jones, B., Uzzi, B. (2007) "The Increasing Dominance of Teams in the Production of Knowledge," *Science* 316(May), 1030-1036.
- Zucker, L. and M. Darby (2007) "Star Scientists, Innovation and Regional and National Immigration," Paper read at Kauffman-Max Planck Research Conference on Entrepreneurship July 19-21, Dana Point.
- Zucker, L., M. Darby, and M. Brewer (1998a) "Intellectual Human Capital and the Birth of U.S. Biotechnology Enterprise," *American Economic Review* 88(1), 290-306.
- Zucker, L.G., M. Darby, J. Armstrong (1998b) "Geographically Localized Knowledge: Spillovers or Markets," *Economic Inquiry* 36(1), 65-86.

参考データ

OECD「OECD Stat」、<http://stats.oecd.org/>

財務省「予算書・決算書データベース」、<http://www.bb.mof.go.jp/hdocs/bxsselect.html>

科学技術・学術政策研究所「科学技術指標」各年版.